

Docket No.: 60188-594

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :
:
Shuji HIRAO :
:
Serial No.: : Group Art Unit:
:
Filed: July 23, 2003 : Examiner:
:
For: METHOD AND APPARATUS FOR PLATING SUBSTRATE

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

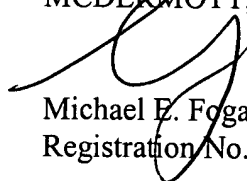
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

Japanese Patent Application No. 2002-216344, filed July 25, 2002

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 MEF:mcw
Facsimile: (202) 756-8087
Date: July 23, 2003

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

60188-594

S. HIRAO

July 23, 2003

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月25日

出願番号

Application Number:

特願2002-216344

[ST.10/C]:

[JP 2002-216344]

出願人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 6月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3043698

【書類名】 特許願

【整理番号】 2926430366

【提出日】 平成14年 7月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/288

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 平尾 秀司

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板のメッキ方法及びメッキ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の被メッキ面を下向きに接液し、メッキ液へ接液後、基板を回転させて前記基板に吸着した気泡を除去する工程と、

前記除去工程より低速で基板を回転させてメッキ処理を行う工程と、を備えたことを特徴とする基板のメッキ方法。

【請求項 2】 前記気泡を除去する工程において、シード溶解を防止することを特徴とする、請求項 1 記載の基板のメッキ方法。

【請求項 3】 前記基板の被メッキ面をメッキ液に接液させる前に、前記基板の濡れ性を向上させる工程を備えることを特徴とする、請求項 1 記載の基板のメッキ方法。

【請求項 4】 前記基板の被メッキ面をメッキ液に接液させる前に、前記基板のパーティクルを除去する工程を備えることを特徴とする、請求項 1 記載の基板のメッキ方法。

【請求項 5】 前記基板のパーティクル除去は、超音波振動を印加することを特徴とする、請求項 4 記載の基板のメッキ方法。

【請求項 6】 前記基板の被メッキ面をメッキ液に接液させる前に、前記基板の濡れ性を向上させるとともにパーティクルを除去する工程を備えたことを特徴とする、請求項 1 記載の基板のメッキ方法。

【請求項 7】 前記基板の被メッキ面をメッキ液に接液後、メッキ処理を行う前に、

前記メッキ液を超音波振動させる工程を備えたことを特徴とする、請求項 1 記載の基板のメッキ方法。

【請求項 8】 前記基板の被メッキ面をメッキ液に接液後、前記基板に吸着した気泡を除去する工程前に、

少なくとも最も微細なパターンを埋め込むのに必要な膜厚をメッキする工程を備えたことを特徴とする、請求項 1 記載の基板のメッキ方法。

【請求項 9】 前記最も微細なパターンを埋め込むのに必要な膜厚が、少なく

とも狙い膜厚の 2 0 % 以下の膜厚であることを特徴とする、請求項 8 記載の基板のメッキ方法。

【請求項 1 0】 前記基板を接液する際に、前記メッキ処理を行う際の回転数より高速で回転しながら接液することを特徴とする、請求項 1 記載の基板のメッキ方法。

【請求項 1 1】 メッキ液を入れるメッキ浴と、
前記メッキ浴中に設置した第 1 の電極部と、
メッキする基板を保持する基板保持機構と、
前記基板保持機構に設置した、第 2 の電極部と前記第 2 の電極部のシールと、
前記基板表面にある気泡を前記基板表面外に押し流す機構とを備え、
前記シールの基板を支えている部分が、前記基板の被メッキ面に対して 9 0 °
以上の角度を有していることを特徴とするメッキ装置。

【請求項 1 2】 前記基板表面にある気泡を前記基板外に押し流す機構は、前記メッキ液を対流させることによって行うことを特徴とする、請求項 1 1 記載のメッキ装置。

【請求項 1 3】 前記基板表面にある気泡を前記基板外に押し流す機構は、前記基板保持機構を回転させることによって行うことを特徴とする、請求項 1 1 記載のメッキ装置。

【請求項 1 4】 前記第 1 の電極部は、メッキ液に不溶解性であることを特徴とする、請求項 1 1 記載のメッキ装置。

【請求項 1 5】 前記第 1 の電極部が白金であることを特徴とする、請求項 1 1 記載のメッキ装置。

【請求項 1 6】 前記半導体基板が接液する前に、被メッキ面に対して液体を吹き付ける機能を有する部分を備えたことを特徴とする、請求項 1 1 記載のメッキ装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、特に電解メッキ法により配線等を形成する、基板のメッキ方法に関

するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、シリコンよりなる半導体基板上に形成された L S I の配線材料としては、アルミニウムが主に使用されてきた。しかし近年、半導体集積回路の高集積化及び高速化に従い、アルミニウムよりも抵抗が低く、かつ高エレクトロマイグレーション（EM）耐性を有する銅が、配線材料として注目されている。またその成膜方法としては、具体的には特開 2 0 0 1 - 3 1 6 8 6 9 号公報に記載されているような、電解メッキ法がある。

【 0 0 0 3 】

具体的には、メッキ液が循環している時、図 9（a）に示すように、保持体 1 8 を介して半導体基板 W が水平状態で下降しメッキ液 1 1 に浸漬した後、制御装置を介して保持体 1 8 を 3 0 r p m の回転速度で回転させる。

【 0 0 0 4 】

浸漬の初期段階では、図 9（b）に示すように、半導体基板 W の被処理面内に半導体基板 W の下側に気泡 A が滞留しているのが分かる。

【 0 0 0 5 】

その後、図 9（c）に示すように、半導体基板 W の回転と相俟ってメッキ液 1 1 の上昇流によって気泡 A を半導体基板 W の被処理面から保持体 1 8 外へ追い出す。ここで、気泡 A の追い出しは一秒以内で終了する。気泡の追い出しの終了は、半導体基板 W を浸漬した時に印加した微小電流による抵抗値の変化で確認する。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のようなメッキ方法及びメッキ装置では、半導体基板をメッキ液へ接液する際に、数 μ m 以下の微小な気泡 2 0 5 がシード C u 膜表面に吸着し、その後のメッキ成長時に気泡吸着部分でメッキ成長が阻害されるという問題を有している。

【 0 0 0 7 】

具体的には、図 6 (a) に示すように、基板 2 0 1 上に層間絶縁膜 2 0 2、T a N バリア膜 2 0 3、C u シード膜 2 0 4 が順に堆積され、その後メッキ液 2 0 6 に接液すると、気泡 2 0 5 が C u シード膜 2 0 4 表面に吸着する。

【 0 0 0 8 】

そのままメッキを行うと、図 6 (b) に示すように、メッキ膜 2 0 7 内に凹欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 が発生する。

【 0 0 0 9 】

また、図 7 (a) に示すように、C u シード膜 2 0 4 上にパーティクル 2 1 0 が付着している場合には、メッキ液 2 0 6 に接液した際に、このパーティクル 2 1 0 が核となって C u シード膜 2 0 4 表面に気泡 2 0 5 が吸着し、先に述べた場合と同様に、図 7 (b) に示すように、メッキ膜 2 0 7 内に凹欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 が発生する。

【 0 0 1 0 】

これらの欠陥、具体的には凹欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 等が、絶縁膜 2 0 2 に形成されている配線 2 0 7 中や下層配線とのコンタクト形成するホールなどのパターン部分で発生すると、予期せぬ導通部分が発生し、例えばエレクトロマイグレーション耐性劣化等、信頼性が低下する。

【 0 0 1 1 】

また、図 8 (a) に示すように、発生した欠陥が上層配線 2 1 3 形成時に転写され、更に窪み 2 1 4 が発生する場合がある。このような窪み 2 1 4 が、幅の広い配線において生じた場合には、その部分では深刻な不良となりにくい。

【 0 0 1 2 】

しかし、図 8 (b) に示すように、その上方の絶縁膜 2 1 2 などに窪み 2 1 4 が転写されると、その凹形状によりリソグラフィー時におけるパターン不良の発生や、その凹部に配線材料の研磨時に研磨残りが埋め込まれた導電性部分が発生し、上方配線 2 1 3 において配線間ショート 2 1 5 の発生原因となる場合がある。

【 0 0 1 3 】

従って本発明は、メッキ法を用いて配線を形成する際に、気泡吸着により発生

する凹型欠陥や、ボイドが配線中に形成されるのを防ぐことにより、配線間ショートが発生しにくく、高信頼性の基板のメッキ方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は基板の被メッキ面を下向きに接液し、メッキ液へ接液後、基板を回転させて基板に吸着した気泡を除去する工程と、除去工程より低速で基板を回転させてメッキ処理を行う工程と、を備えることを特徴とする基板のメッキ方法を提供する。

【 0 0 1 5 】

その結果、基板上に吸着した気泡を殆ど除去することが出来るため、配線中に凹型欠陥やボイドが形成されるのを防ぐことができ、配線間ショートが発生しにくく、高信頼性を有するメッキ膜を得ることが出来る。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について、本発明の効果が最も現れる配線材料である Cu 配線の場合を例に挙げて、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 1 7 】

なお、実施形態 1 ～ 4 は、基板 1 0 1 をメッキ液 1 0 6 に接液した際に生じる Cu シード膜 1 0 4 表面の気泡を除去する方法に関する発明である。除去された気泡は、基板が回転し、メッキ液が流れることによって、基板の周辺部分へ押し流される。従って、図 5 (b 2) に示されるように、メッキ装置のシール部分 3 0 8 に気泡 1 0 5 が滞留しないように、被メッキ面より 90° を超える角度にすると良い。この装置については、後程具体的に説明する。

【 0 0 1 8 】

(実施形態 1)

本発明の実施形態 1 について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 1 9 】

まず、図 1 (a) に示すように、基板 1 0 1 上に層間絶縁膜 1 0 2、Ta N バ

リア膜 1 0 3 及び C u シード膜 1 0 4 が順に堆積されている。この基板 1 0 1 を、フェイスダウンでメッキ液 1 0 6 に接液する。

【 0 0 2 0 】

次に、図 1 (b) に示すように、メッキ液 1 0 6 に C u シード膜 1 0 4 が接液すると、C u シード膜 1 0 4 の表面に気泡 1 0 5 が吸着する。ここで、この気泡 1 0 5 は、シード膜 1 0 4 表面の酸化や有機汚染の影響、C u シード膜 1 0 4 自体のパーティクルなどによる数 μ m 以下の微小な気泡である。つまり、メッキ槽の攪拌などによる数十 μ m 以上の大きさの気泡ではない。

【 0 0 2 1 】

その後、図 1 (c) に示すように、C u シード膜 1 0 4 をメッキ液 1 0 6 に接液した後、基板保持機構によって保持されている基板 1 0 1 を高速で回転させ、気泡 1 0 5 を C u シード膜 1 0 4 の表面より脱離させる。ここで、この気泡 1 0 5 が吸着したまま、メッキ成長を継続すると、その気泡 1 0 5 が付着した C u シード膜 1 0 4 部分にはメッキ成長がされないので、図 6，図 7 に示したような、凹型の欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 が発生する原因となる。

【 0 0 2 2 】

これらの欠陥の発生を防止する為に、基板 1 0 1 の回転速度を、例えば 1 0 0 r p m ~ 5 0 0 r p m で、時間は 1 秒 ~ 2 0 秒程度に設定する。この回転数は、通常のメッキ成長時の回転数が 1 0 r p m ~ 1 0 0 r p m であるので、通常よりもかなり高速である。よって、この高速回転の泡抜きステップにより、気泡 1 0 5 を脱離させることが出来る。

【 0 0 2 3 】

続いて、図 1 (d) に示すように、気泡 1 0 5 は存在しないので、メッキ処理では凹欠陥 2 0 8 などが発生することなく、徐々に C u 膜 1 0 7 がメッキ液 1 0 6 から成長する。

【 0 0 2 4 】

最後に、図 1 (e) に示すように、C u 膜 1 0 7 を完全にメッキ成長させることが出来る。

【 0 0 2 5 】

以上本実施形態によると、基板 1 0 1 に付着した気泡を除去できるので、メッキにより凹型の欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 が発生することのない、Cu 膜 1 0 7 を形成することが出来る。

【 0 0 2 6 】

なお、本実施形態においては、基板 1 0 1 を接液後、気泡を除去するための回転を行ったが、気泡除去工程と同程度の回転数で基板 1 0 1 を回転させながら接液してもよい。この際、気泡を除去する方法に関して、基板を回転させるかわりに、メッキ液 1 0 6 を対流させることによって基板表面から気泡を押し流すことも出来る。

【 0 0 2 7 】

また、気泡除去工程中において電圧は印加していないが、気泡除去工程中に開口部内の薄い Cu シード膜 1 0 4 がメッキ液 1 0 6 へ溶解することを防ぐ為に、基板 1 0 1 へ電圧を印加したままで気泡除去を行っても良い。このときの電圧は、基板 1 0 1 上へのメッキ電流密度が、 $0.1 \sim 5.0 \text{ mA/cm}^2$ の範囲であることが望ましい。

【 0 0 2 8 】

更に、接液後に高速回転の気泡除去工程を実施しているが、その高速回転が微小開口部への埋め込みに不具合を起こす場合は、微細開口部への埋め込みを完了してから気泡除去を行うと、微小ホールへの埋め込みと気泡除去を両立することができる。このときの微小開口部埋め込みに必要な膜厚は、例えばその開口径が $0.16 \mu\text{m}$ であれば、 $0.08 \mu\text{m}$ 以下である。

【 0 0 2 9 】

(実施形態 2)

本発明の実施形態 2 について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 3 0 】

まず、図 2 (a) に示すように、基板 1 0 1 上に層間絶縁膜 1 0 2、Ta N バリア膜 1 0 3 及び Cu シード膜 1 0 4 が順に堆積されている。

【 0 0 3 1 】

ここで、純水噴射ノズル 1 1 1 から純水シャワー 1 1 2 を、フェイスダウンさ

れた基板 1 0 1 表面である Cu シード膜 1 0 4 に対して噴射する。通常 Cu シード膜 1 0 4 堆積後、特に処理を行わなければ、Cu シード膜 1 0 4 表面は酸化され、もしくは基板カセットやまわりの雰囲気から有機汚染され、メッキ液 1 0 6 に対する濡れ性が劣化する。そこで、あらかじめ Cu シード層 1 0 4 表面を純水 1 1 3 により濡らすことで、Cu シード膜 1 0 4 の濡れ性を改善することが出来る。

【 0 0 3 2 】

具体的には、図 2 (b) に示すように、純水 1 1 3 を Cu シード膜 1 0 4 表面に吹き付けることにより Cu シード膜 1 0 4 表面は濡れた状態となり、Cu シード膜 1 0 4 表面に吸着する気泡 1 0 5 の数は減少する。

【 0 0 3 3 】

しかし、純水 1 1 3 を噴射することにより、純水中に気泡 1 1 4 が発生し、気泡の全体の本数は減少するものの、数 μm を超える気泡 1 1 4 が吸着されず残る場合がある。

【 0 0 3 4 】

そこで、図 2 (c) に示すように、基板 1 0 1 をフェイスダウンによりメッキ液 1 0 6 に接液し、基板保持機構によって保持されている基板 1 0 1 を高速で回転させる。その結果、基板 1 0 1 の回転時の遠心力によって、接液時に発生した気泡 1 0 5 を Cu シード膜 1 0 4 の表面より脱離させることが出来ると同時に、この純水噴射により発生した気泡 1 1 4 も除去することが出来る。ここでの回転速度は、例えば 1 0 0 r p m ~ 5 0 0 r p m で、時間は 1 秒 ~ 2 0 秒程度が適当である。またこの回転数は、通常のメッキ成長時の回転数である 1 0 r p m ~ 1 0 0 r p m と比較すると、かなり高速に設定されている。

【 0 0 3 5 】

その後、図 2 (d) に示すように、この高速回転の気泡除去工程によって気泡 1 0 5 、及び気泡 1 1 4 は脱離するため、メッキ処理では図 6 , 7 に示すような凹欠陥 2 0 8 などが発生することなく、徐々に Cu 膜 1 0 7 がメッキ液 1 0 6 から成長する。

【 0 0 3 6 】

最後に、図 2 (e) に示すように、メッキ Cu 膜 1 0 7 が形成される。

【 0 0 3 7 】

以上本実施形態によると、基板 1 0 1 に付着した気泡 1 0 5、及び気泡 1 1 4 を除去できるので、メッキにより凹型の欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 が発生することのない、Cu 膜 1 0 7 を形成することが出来る。

【 0 0 3 8 】

なお、実施形態 1 と同様に、基板 1 0 1 を接液後、気泡を除去するための回転を行ったが、気泡 1 0 5 及び気泡 1 1 4 を除去する工程と同程度の回転数で、基板 1 0 1 を回転させながら接液してもよい。この際、気泡を除去する方法に関して、基板を回転させるかわりに、メッキ液 1 0 6 を対流させることによって基板表面から気泡を押し流すことも出来る。

【 0 0 3 9 】

また、気泡除去工程中には電圧は印加していないが、気泡除去工程中に開口部内の薄い Cu シード膜 1 0 4 がメッキ液 1 0 6 へ溶解することを防ぐ為に、基板 1 0 1 へ電圧を印加したままで気泡の除去を行っても良い。このときの電圧は、基板 1 0 1 上へのメッキ電流密度が、 $0.1 \sim 5.0 \text{ mA/cm}^2$ の範囲であることが望ましい。

【 0 0 4 0 】

また、接液後に高速回転の気泡除去工程を実施しているが、その高速回転が微小開口部への埋め込みに不具合を起こす場合は、微細開口部への埋め込みを完了してから気泡除去工程を行うと、微小ホールの埋め込みと気泡除去を両立することができる。このときの微小開口部埋め込みに必要な膜厚は、例えばその開口径が $0.16 \mu\text{m}$ であれば、 $0.08 \mu\text{m}$ 以下である。

【 0 0 4 1 】

(実施形態 3)

本発明の実施形態 3 について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 4 2 】

まず、図 3 (a) に示すように、半導体基板 1 0 1 上に層間絶縁膜 1 0 2、Ta N バリア膜 1 0 3 及び Cu シード膜 1 0 4 が順に堆積されている。ここで、C

u シード膜 1 0 4 表面には、C u シード膜 1 0 4 の堆積工程において、C u シード膜 1 0 4 のパーティクル 1 1 5 が付着している。このパーティクル 1 1 5 が存在すると、これが核となって気泡 1 0 5 が発生し、メッキ膜中に欠陥が発生する原因となる。

【 0 0 4 3 】

そこで、このC u シード膜 1 0 4 表面に対して、超音波振動印加純粋噴射ノズル 1 1 6 を用いて、超音波振動印加純水シャワー 1 1 7 を基板 1 0 1 の全面に噴射する。これが、本実施形態の特徴である。

【 0 0 4 4 】

その結果、図 3 (b) に示すように、表面に付着していたC u シード膜 1 0 4 のパーティクル 1 1 5 を除去することが出来る。よって、そのパーティクル 1 1 5 を核として気泡 1 0 5 が発生し、メッキ膜中に図 6 , 7 に示すような凹欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 が発生するのを防ぐことが出来る。

【 0 0 4 5 】

また、それと同時に、C u シード膜 1 0 4 に純水が噴射されるので、C u シード膜 1 0 4 の濡れ性も向上する。ただし、超音波振動を印加した純水洗浄により、気泡 1 0 5 が発生する場合がある。この場合は、メッキ液 1 0 6 に接液後、基板保持機構によって保持されている基板 1 0 1 を高速で回転させることにより、その遠心力によって気泡 1 0 5 をC u シード膜 1 0 4 の表面より除去する。このときの回転速度は、例えば 1 0 0 r p m ~ 5 0 0 r p m で、時間は 1 秒 ~ 2 0 秒程度が好ましい。この回転数は、通常のメッキ成長時の回転数 1 0 r p m ~ 1 0 0 r p m よりも高速である。この高速回転の気泡除去工程によって気泡 1 0 5 が脱離するため、その後のメッキ処理では図 6 , 7 に示すような凹欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 を生じさせないで、メッキ成長させることが可能となる。

【 0 0 4 6 】

次に、図 3 (c) に示すように、フェイスダウンされた基板 1 0 1 に堆積されたC u シード膜 1 0 4 表面を、メッキ液 1 0 6 に接液する。

【 0 0 4 7 】

その後、図 3 (d) に示すように、電解をかけた通常のメッキ法に従い、メッ

キCu膜107を形成する。

【0048】

以上本実施形態によると、基板101に気泡が吸着するのを防ぐことが出来るので、メッキにより図6、7に示すような凹型の欠陥208やボイド209が発生することのない、Cu膜107を形成することが出来る。

【0049】

なお、実施形態1と同様に実施形態3においても、基板101を接液後、気泡を除去するための回転を行ったが、気泡除去工程と同程度の回転数で基板101を回転させながら接液してもよい。この際、気泡を除去する方法に関して、基板を回転させるかわりに、メッキ液106を対流させることによって基板表面から気泡を押し流すことも出来る。

【0050】

また、気泡除去工程中には各電極において電圧は印加させていないが、気泡除去工程中に開口部内の薄いCuシード膜104がメッキ液106へ溶解することを防ぐ為に、基板101に対して電圧を印加したままで気泡除去工程を行っても良い。このときの電圧は、基板101上へのメッキ電流密度が、 $0.1 \sim 5.0 \text{ mA/cm}^2$ の範囲であることが望ましい。

【0051】

さらに、接液後に高速回転の気泡除去工程を実施しているが、その高速回転が微小開口部への埋め込みに不具合を起こす場合は、微細開口部への埋め込みを完了した後に気泡除去工程を行うと、微小ホールの埋め込みと気泡除去を両立することができる。このときの微小開口部埋め込みに必要な膜厚は、例えばその開口径が $0.16 \mu\text{m}$ であれば、 $0.08 \mu\text{m}$ 以下である。

【0052】

(実施形態4)

本発明の実施形態4について、図面を参照しながら説明する。

【0053】

まず、図4(a)に示すように、基板101上に層間絶縁膜102、Ta₂N₅バリア膜103及びCuシード膜104が順に堆積されている。

【 0 0 5 4 】

次に、図 4 (b) に示すように、基板 1 0 1 をフェイスダウンによりメッキ液 1 0 6 に接液する。ここで、Cu シード膜 1 0 4 の表面に気泡 1 0 5 が吸着する。

【 0 0 5 5 】

その後、図 4 (c) に示すように、メッキ浴内に設けられた超音波振動発生器 1 1 8 により、メッキ液 1 0 6 を超音波振動させる。本工程が本実施形態の特徴であり、これによって、Cu シード膜 1 0 4 上に吸着していた気泡 1 0 5 を除去することが出来る。また、基板保持機構によって保持されている基板 1 0 1 を回転させることにより、さらに気泡 1 0 5 を除去する効果を向上させることが出来る。

【 0 0 5 6 】

続いて、図 4 (d) に示すように、通常のメッキ処理を行い、徐々にメッキ Cu 膜 1 0 7 を形成する。

【 0 0 5 7 】

最後に、図 4 (e) に示すように、Cu メッキ膜 1 0 7 が完成する。

【 0 0 5 8 】

以上本実施形態によると、基板 1 0 1 に付着した小さな気泡も除去することが出来るので、メッキ工程において図 6, 7 に示すような凹型の欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 が発生するのを防いで、Cu 膜を形成することが出来る。

【 0 0 5 9 】

なお、メッキ工程において、アノード電極として Cu を主成分とする電極を用いた場合には、超音波振動の印加によってアノード電極よりパーティクル 1 1 5 を発生する場合がある。これを防ぐためには、メッキ液 1 0 6 に非溶解性のアノード電極、例えば白金などを用いるとよい。ただし、Cu メッキ処理によるメッキ液中の Cu 濃度低下を補う為に、別途 Cu 成分の補給が必要である。

【 0 0 6 0 】

また、実施形態 2 と組み合わせて、接液前に Cu シード膜 1 0 4 の表面を純水シャワー 1 1 7 により濡らすことにより、更に濡れ性をも向上させることができ

る。この純水シャワー 1 1 7 を噴射した際に発生する気泡 1 1 4 についても、超音波振動発生器 1 1 8 を用いることにより、Cu シード膜 1 0 4 の表面に付着していた気泡 1 0 5 と共に除去することが出来る。

【0 0 6 1】

本実施形態では、実施形態 1 と同様に、超音波印加による気泡除去工程において各電極に対して電圧を印加していないが、気泡除去工程中に開口部内の薄い Cu シード膜 1 0 4 がメッキ液 1 0 6 へ溶解することを防ぐ為に、基板 1 0 1 に対して電圧を印加したままで気泡除去工程を行っても良い。このときの電圧は、基板 1 0 1 上へのメッキ電流密度が、 $0.1 \sim 5.0 \text{ mA/cm}^2$ の範囲であることが望ましい。

【0 0 6 2】

また、本実施形態では超音波印加により気泡除去を行っているが、その超音波振動が微小開口部への埋め込みに不具合を起こす場合は、微細開口部への埋め込みを完了してから気泡除去工程を行うと、微小ホールの埋め込みと気泡除去を両立することができる。このときの微小開口部埋め込みに必要な膜厚は、例えばその開口径が $0.16 \mu\text{m}$ であれば、 $0.08 \mu\text{m}$ 以下である。

【0 0 6 3】

(実施形態 5)

基板保持機構 3 0 7 に特徴がある本発明のメッキ装置について、図面を参照しながら説明する。

【0 0 6 4】

まず、本発明のメッキ装置の構造に関して、図 5 (a) を参照しながら説明する。

【0 0 6 5】

本発明のメッキ装置は、図 5 (a) に示されるように、メッキ液 3 1 1 を貯め置くメッキ液タンク 3 0 1 を有し、メッキ液を送るポンプ 3 0 2 とフィルター 3 0 3 を通して、メッキ液 3 1 1 をメッキ浴 3 1 0 中に送る。その後、メッキ浴 3 1 0 からオーバーフローしたメッキ液 3 1 1 をメッキ液タンク 3 0 1 に戻し、繰り返し使用する。

【 0 0 6 6 】

また、本発明のメッキ装置は、メッキ浴 3 1 0 の上部に超音波振動を印加できる洗浄液ノズル 3 1 3 a を備え、メッキ浴 3 1 0 の外側には、洗浄廃液回収槽 3 1 4 を有している。

【 0 0 6 7 】

更に、メッキ浴 3 1 0 内には、アノード電極 3 0 4 と整流板 3 0 5 が設置されており、基板保持機構 3 0 7 内にあるカソード電極（図示せず）を通して Cu シード層（図示せず）とアノード電極 3 0 4 間に電圧を印加することにより、メッキ成長が行われる。

【 0 0 6 8 】

なお、本発明のメッキ装置では、メッキ浴 3 1 0 内に超音波振動発生器 3 1 2 を設置し、メッキ液 3 1 1 を振動させることにより、基板 3 0 6 に吸着した数 μ m 以下の大きさの気泡をより容易に除去することも出来る。次に、本メッキ装置の特徴である基板保持機構 3 0 7 について、図 5 (b) を参照しながら説明する。

【 0 0 6 9 】

基板保持機構 3 0 7 は、基板 3 0 6 とカソード電極 3 0 9 が接触する部分において、それを保護するシール 3 0 8 を有している。

【 0 0 7 0 】

本メッキ装置では、図 5 (b 1) に示すように、このシール 3 0 8 の基板を支える部分と基板 3 0 6 は垂直な位置関係ではなく、シール 3 0 8 の基板を支えている部分は基板 3 0 6 に対して傾斜した位置関係にある。一方従来の装置では、図 5 (b 2) に示すように、このシール 3 0 8 の基板 3 0 6 を支える部分と基板は垂直に接している。

【 0 0 7 1 】

従来は、図 5 (b 2) に示すような装置の構造であったため、基板 3 0 6 表面の気泡を除去する際に、メッキ液 3 1 1 に押し流された気泡が、シール 3 0 8 が基板 3 0 6 を支えている部分と基板 3 0 6 が接触している角に一部溜まって、十分気泡を除去することが出来ない場合があった。

【 0 0 7 2 】

しかし、本メッキ装置においては、図 5 (b 1) に示すように、シール 3 0 8 が基板 3 0 6 を支えている部分と基板 3 0 6 のなす角が 9 0 度より広く、シール 3 0 8 が基板 3 0 6 を支えている部分が、なだらかに裾が広がった形状になっている。よって、実施形態 1 ～ 3 に記載されているメッキ液 3 1 1 の対流、若しくは基板保持機構 3 0 7 の回転、実施形態 4 に記載されているメッキ液 3 1 1 への超音波振動印加によって、基板表面外に押し流された気泡が、従来のようにシール 3 0 8 と基板 3 0 6 の角に溜まることなく、基板 3 0 6 表面から容易に除去することが出来る。

【 0 0 7 3 】

最後に、実施形態 1 ～ 4 を行う際の本装置の操作について、図 5 (a) を参照しながら説明する。

【 0 0 7 4 】

まず、基板 3 0 6 が基板保持機構 3 0 7 に装着される。

【 0 0 7 5 】

その後、実施形態 1 又は 4 の場合はそのまま接液され、実施形態 2 又は 3 の場合は、前処理をした後接液され、メッキ液 3 1 1 を回転させた後電圧をかけてメッキ膜が形成される。この前処理には、液体を吹き付けることが出来る機能を有する部分、例えば洗浄液ノズル等が備わった装置を用いる。なお、実施形態 4 の場合は、メッキ液 3 1 1 を回転させている際に超音波振動発生器 3 1 2 を用いてメッキ液 3 1 1 を振動させる。

【 0 0 7 6 】

ここで、実施形態 2 又は 3 の前処理について説明する。

【 0 0 7 7 】

実施形態 2 又は 3 では、基板 3 0 6 がメッキ液 3 1 1 に接液される前に、実施形態 2 であれば、洗浄液ノズル 3 1 3 b により、実施形態 3 であれば超音波振動印加洗浄液ノズル 3 1 3 a により、例えば純水などを基板 3 0 6 に噴出する。その結果、基板 3 0 6 表面の濡れ性を向上させることができるとともに、実施形態 3 においては更に、接液時の気泡発生の核となる基板 3 0 6 表面のパーティクル

を除去することが出来る。なお、この洗浄の際に基板 3 0 6 を回転させたり、上下させたりすると、より洗浄効果を上げることができる。また、洗浄液の噴射の為に基板 3 0 6 表面に気泡が付着した場合は、メッキ処理前にウエハを高速で回転させることにより、気泡を除去することが出来る。

【 0 0 7 8 】

以上、本メッキ装置によると、基板 3 0 6 表面に吸着した気泡を除去した後にメッキ処理を行うことが出来るので、図 6, 7 に示すような気泡による凹型欠陥 2 0 8、もしくはボイド 2 0 9 の発生を防ぐことが出来、均一な Cu メッキ膜 1 0 7 を得ることができる。

【 0 0 7 9 】

なお、実施形態 4 でも述べたように、アノード電極 3 0 4 として Cu を主成分とする電極を用いた場合は、メッキ浴 3 1 0 に超音波振動を印加することによって、アノード電極 3 0 4 よりパーティクルが発生する場合がある。そのときは、メッキ液 3 1 1 に対して非溶解性のアノード電極 3 0 4、例えば白金などを用いることが望ましい。ただし、Cu メッキ処理によるメッキ液 3 1 1 中の Cu 濃度低下を補う為に、別途 Cu 成分の補給が必要である。

【 0 0 8 0 】

【発明の効果】

以上本発明では、基板の被メッキ面をメッキ液へ接液後、基板を高速で回転させて基板に吸着した気泡を除去し、除去工程より低速で基板を回転させてメッキ処理を行う。その結果、基板上に吸着した気泡を殆ど除去することが出来るため、配線中に凹型欠陥やボイドが形成されるのを防ぐことができ、配線間ショートが発生しにくく、高信頼性を有するメッキ膜を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態 1 の工程断面図

【図 2】

実施形態 2 の工程断面図

【図 3】

実施形態 3 の工程断面図

【図 4】

実施形態 4 の工程断面図

【図 5】

本発明メッキ装置の模式図

【図 6】

従来方法の問題点を示す図

【図 7】

従来方法の問題点を示す図

【図 8】

従来方法の問題点を示す図

【図 9】

従来方法の工程断面図

【符号の説明】

1 0 1 基板

1 0 2 層間絶縁膜

1 0 3 T a N バリア膜

1 0 4 C u シード膜

1 0 5 気泡

1 0 6 メッキ液

1 0 7 メッキ C u 膜

1 1 1 純水噴射ノズル

1 1 2 純水シャワー

1 1 3 純水

1 1 4 純水中の気泡

1 1 5 C u シード膜のパーティクル

1 1 6 超音波振動印加純水噴射ノズル

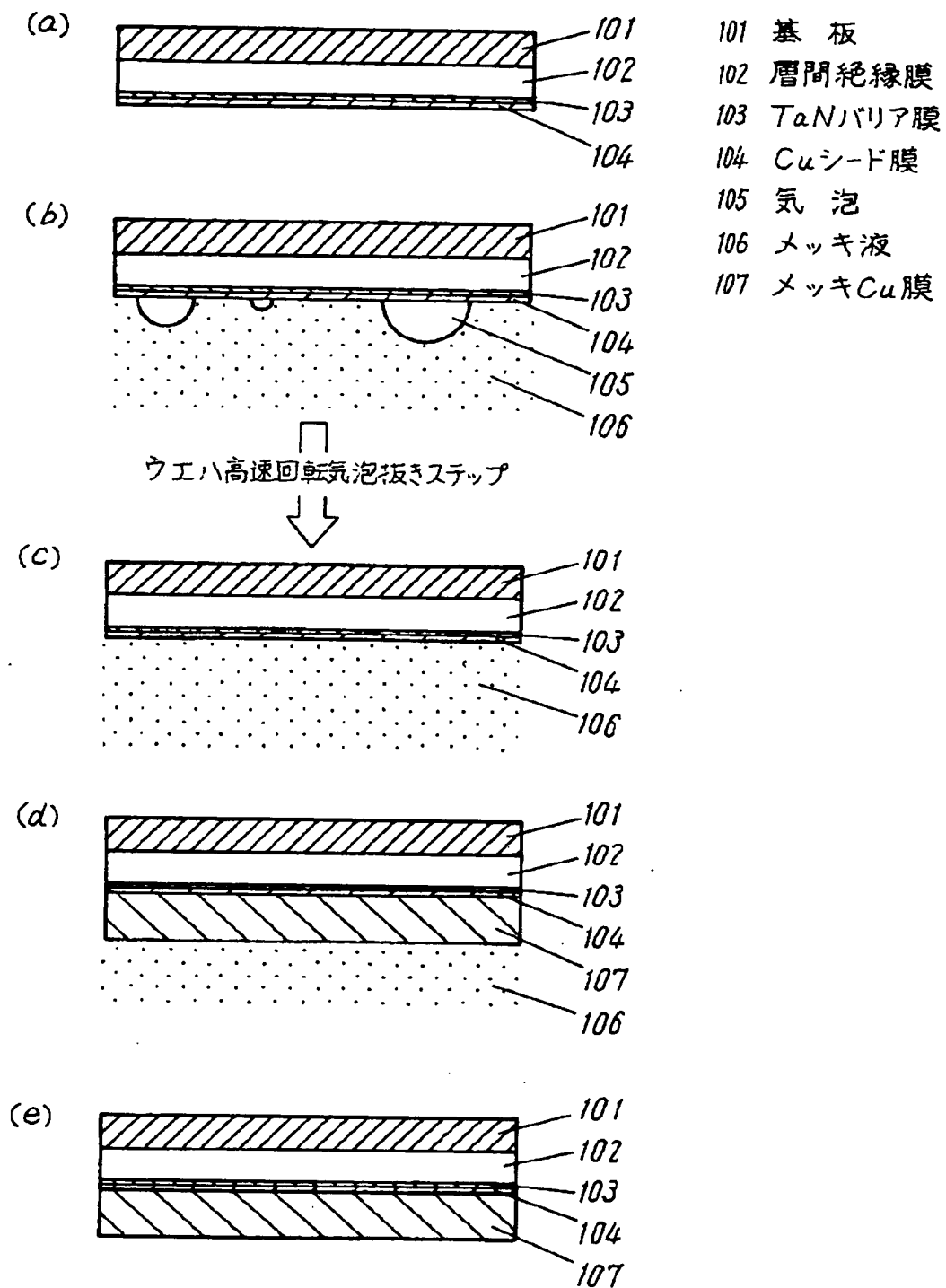
1 1 7 超音波振動印加純水シャワー

1 1 8 超音波振動発生器

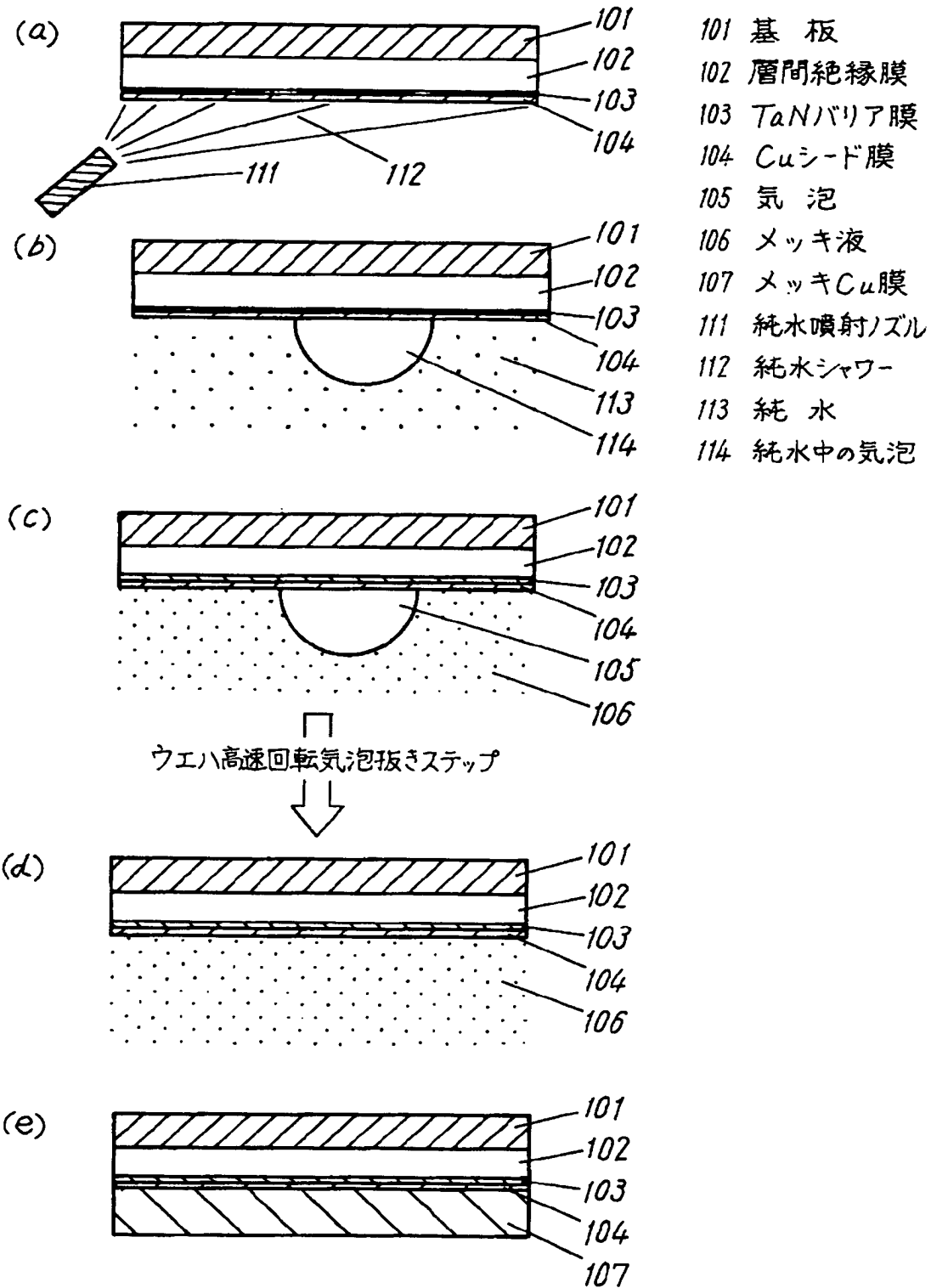
- 2 0 1 基板
- 2 0 2 層間絶縁膜
- 2 0 3 T a N バリア膜
- 2 0 4 C u シード膜
- 2 0 5 気泡
- 2 0 6 メッキ液
- 2 0 7 メッキ C u 膜
- 2 0 8 凹欠陥
- 2 0 9 ボイド
- 2 1 0 C u シード膜のパーティクル
- 2 1 1 S i N 膜
- 2 1 2 層間絶縁膜
- 2 1 3 上層の C u 配線
- 2 1 4 凹欠陥の転写により形成された窪み
- 2 1 5 配線間ショート
- 3 0 1 メッキ液タンク
- 3 0 2 ポンプ
- 3 0 3 フィルター
- 3 0 4 アノード電極
- 3 0 5 整流板
- 3 0 6 基板
- 3 0 7 基板保持機構
- 3 0 8 シール
- 3 0 9 カソード電極
- 3 1 0 メッキ浴
- 3 1 1 メッキ液
- 3 1 2 超音波振動発生器
- 3 1 3 a 超音波振動印加洗浄液ノズル
- 3 1 3 b 洗浄液ノズル

【書類名】 図面

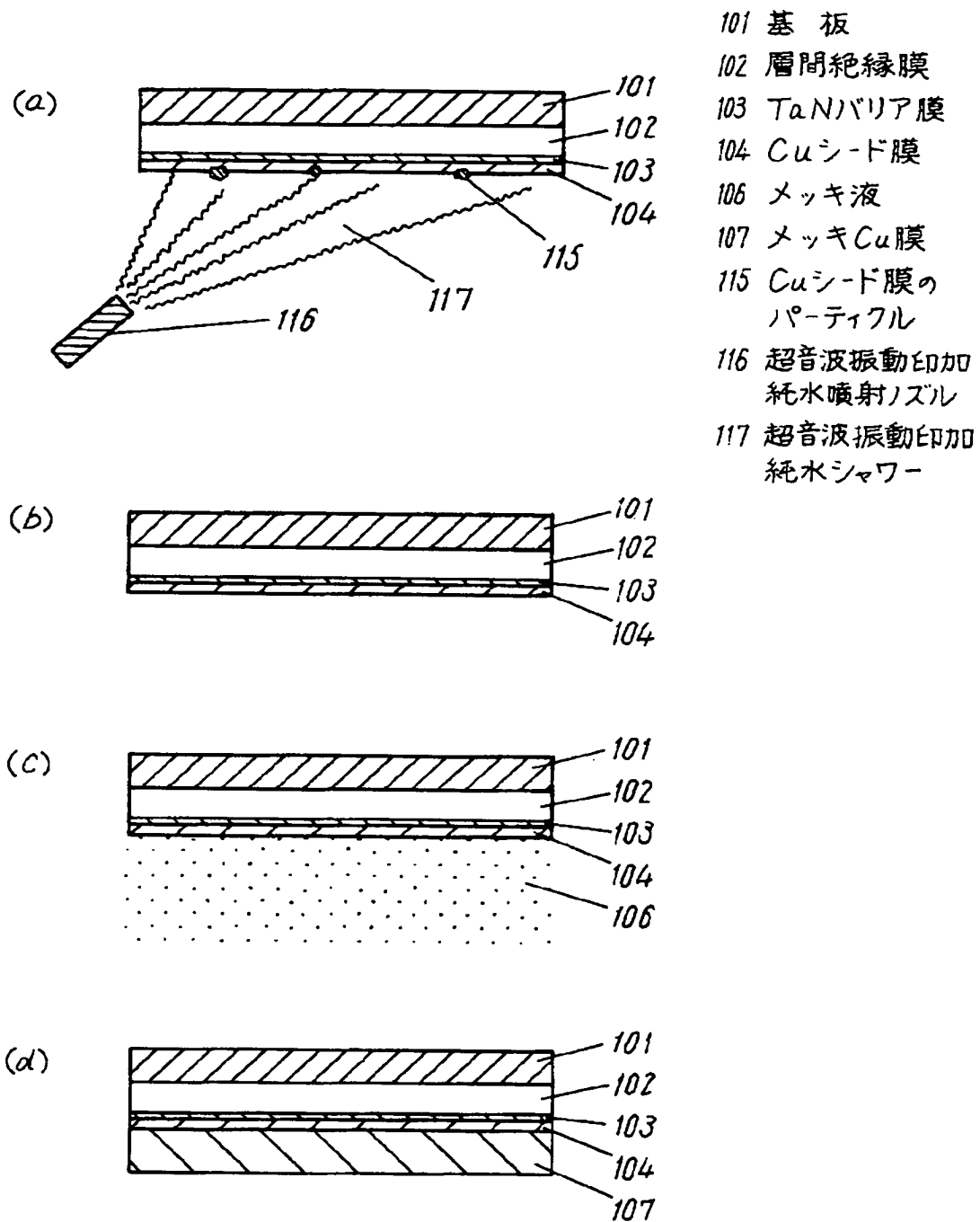
【図1】



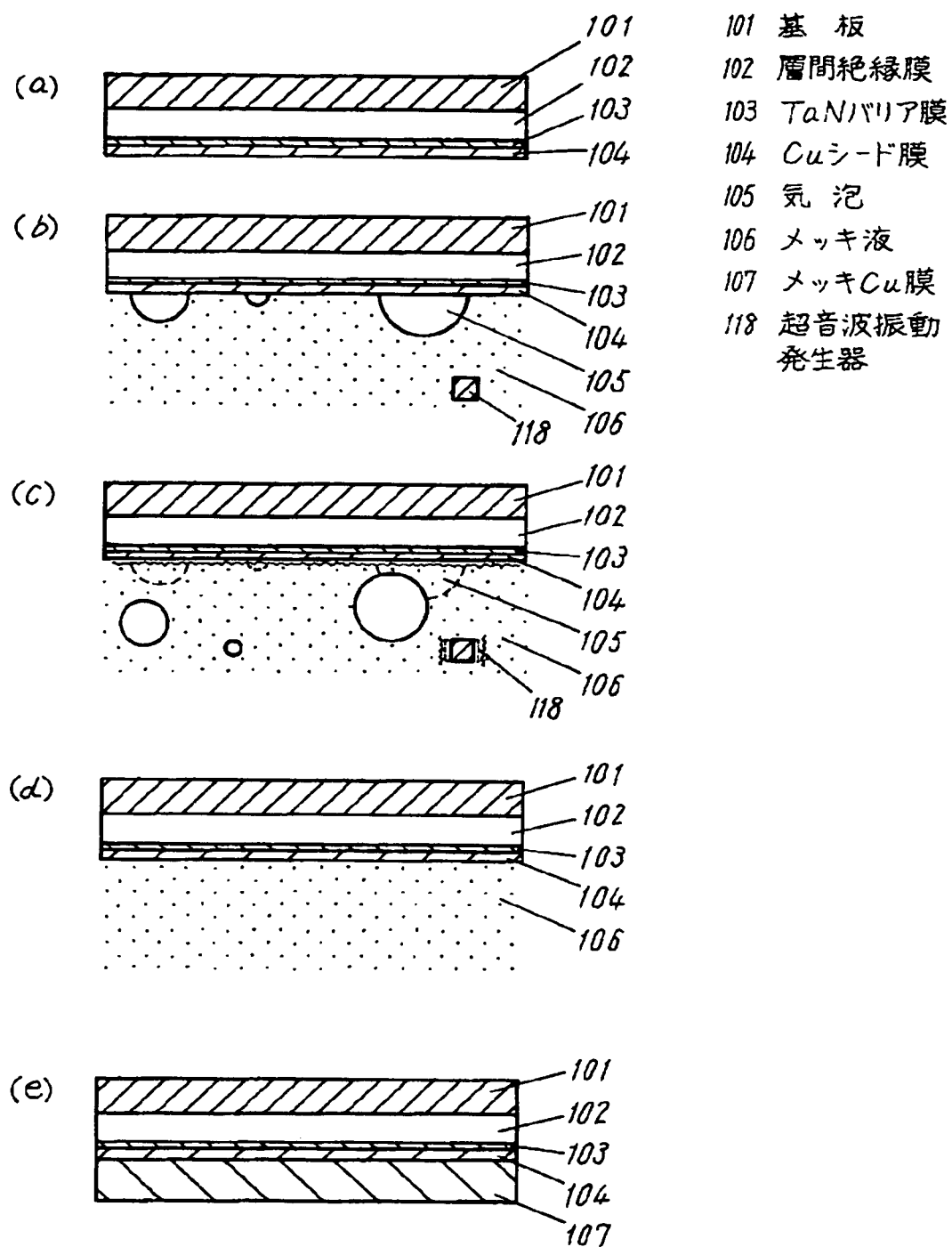
【図2】



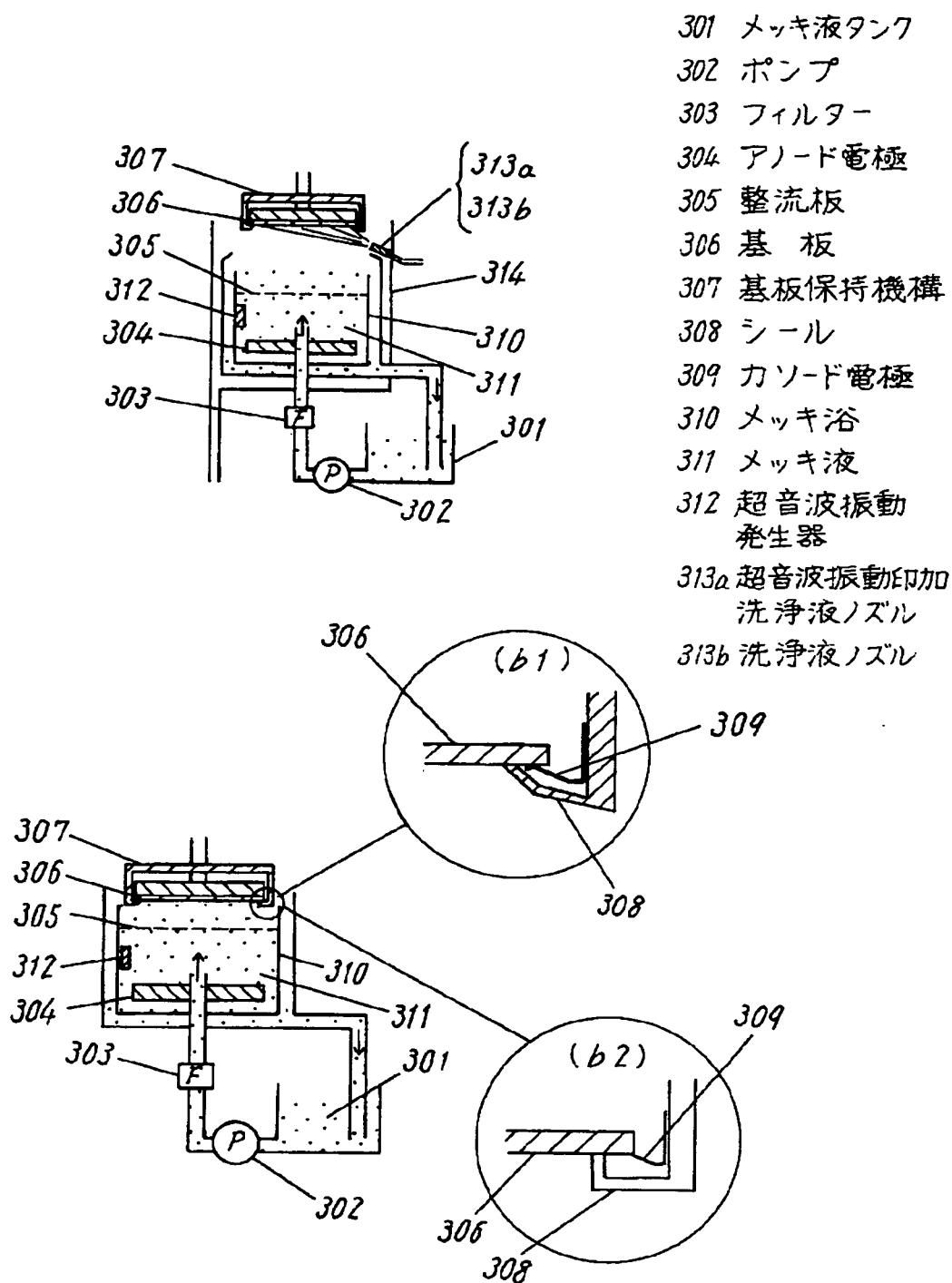
【図 3】



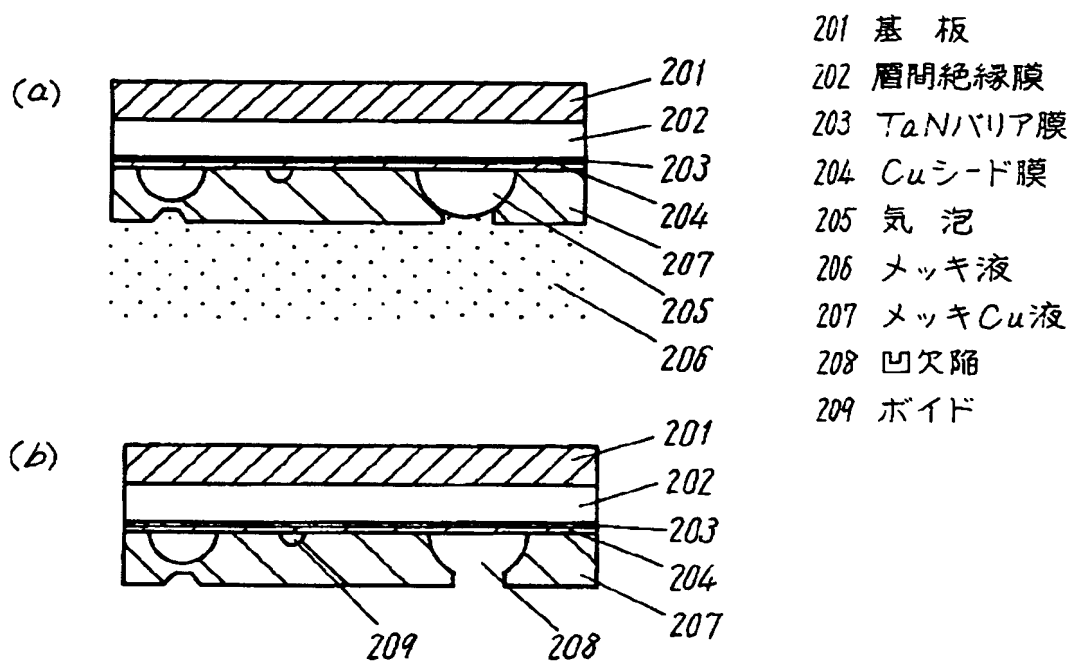
【図 4】



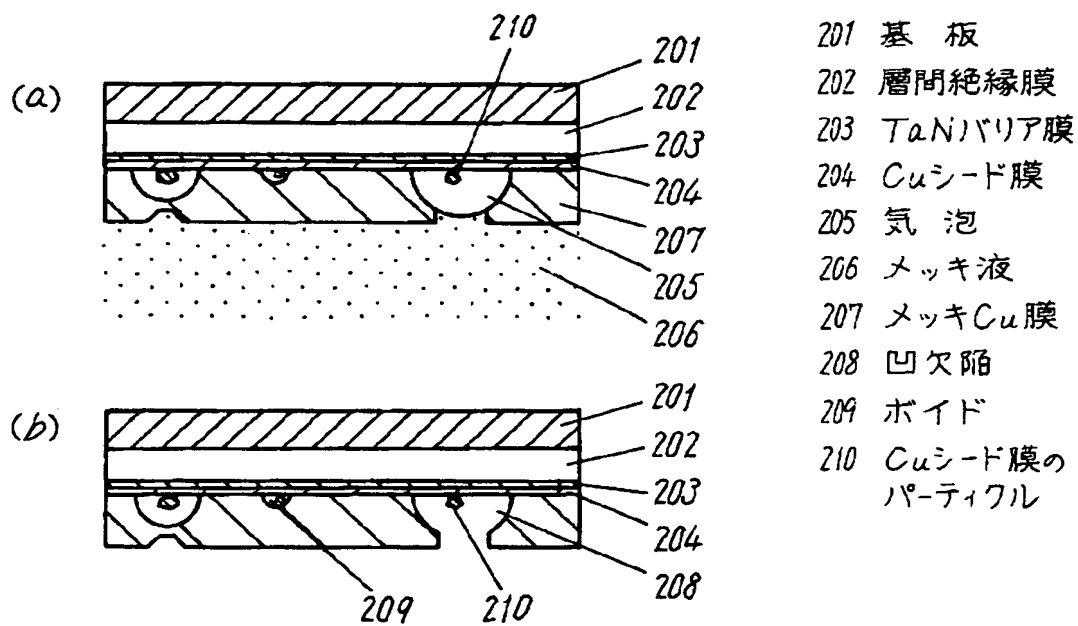
【図5】



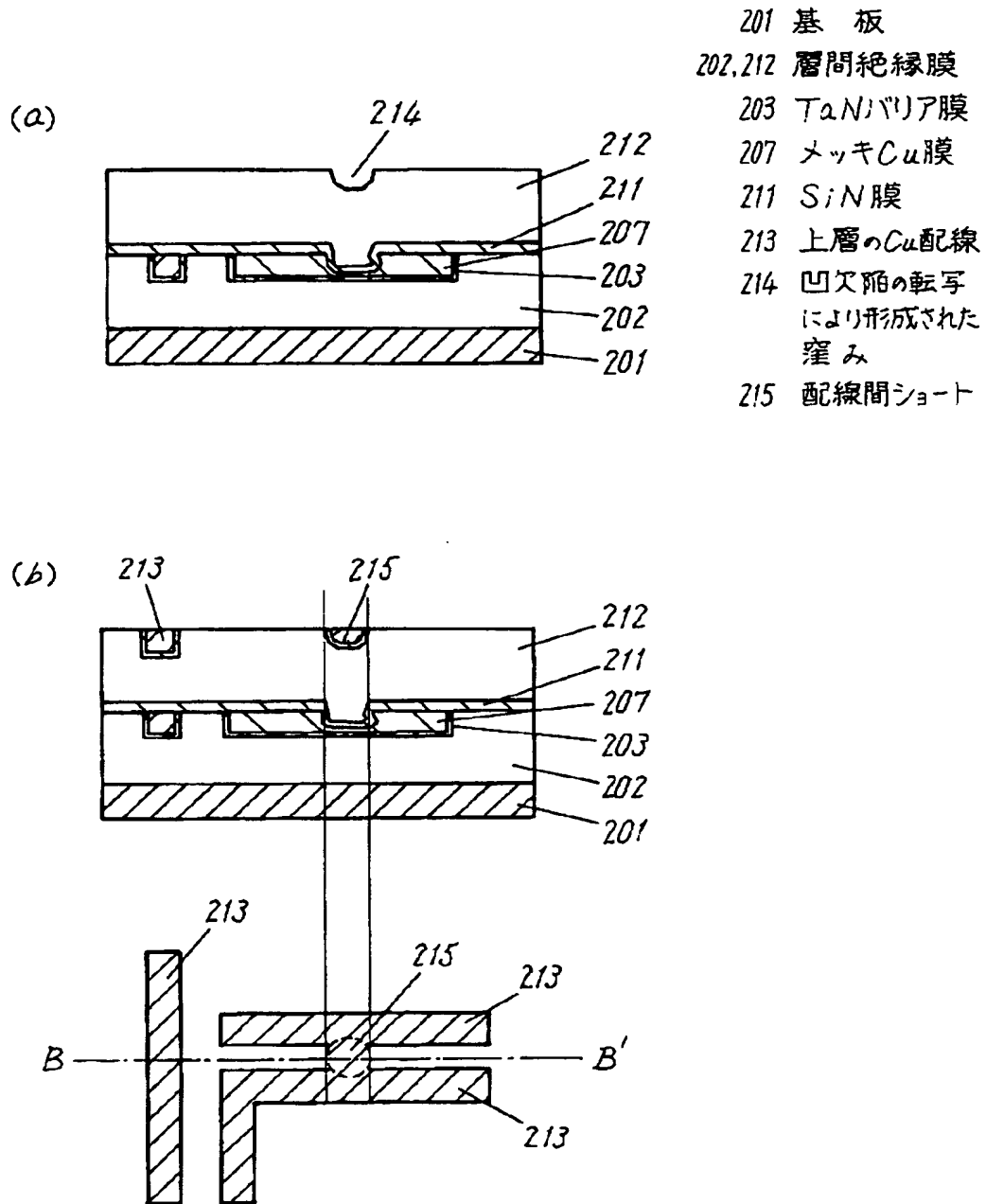
【図 6】



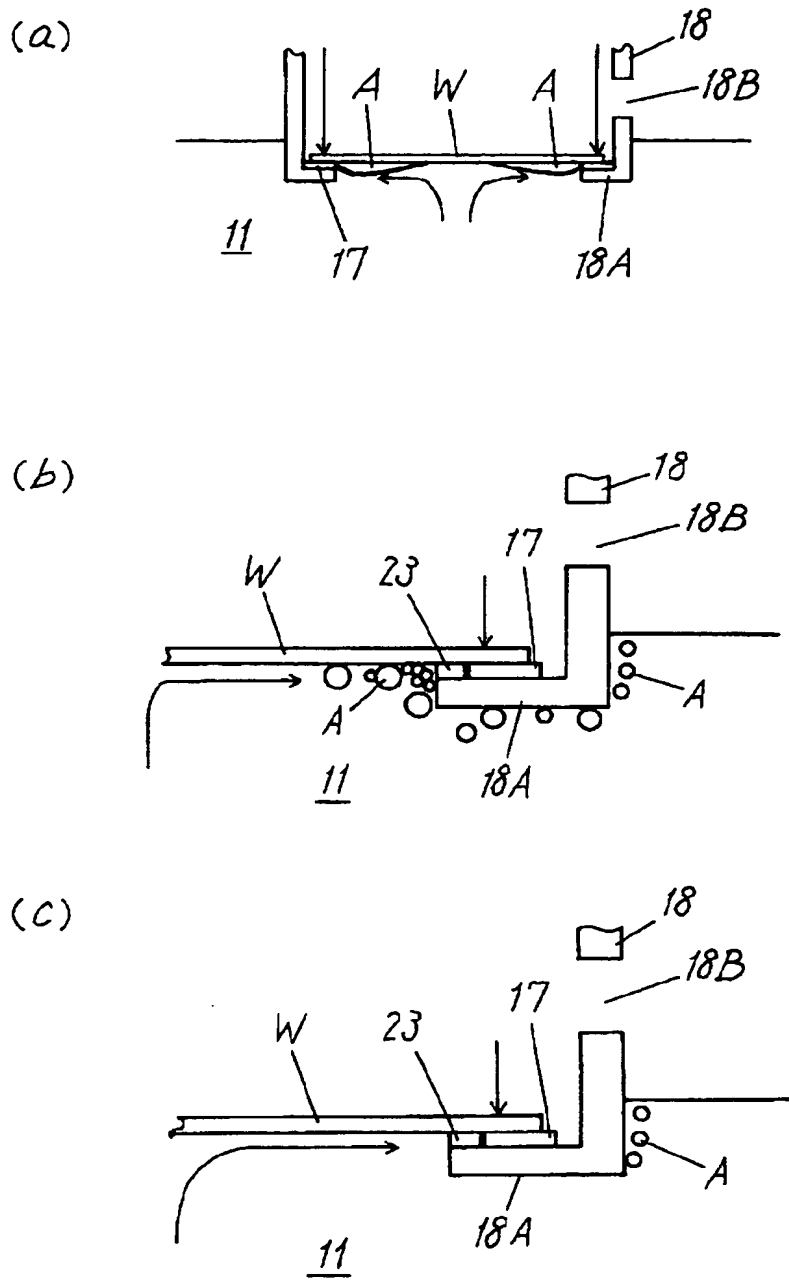
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 配線を形成する際に、気泡吸着により発生する凹型欠陥やボイドが配線中に形成されるのを防ぐことにより、配線間ショートが発生しにくく、高信頼性の基板のメッキ方法を提供する。

【解決手段】 基板 1 0 1 上に層間絶縁膜 1 0 2、T a N バリア膜 1 0 3 及び C u シード膜 1 0 4 が形成する。次に、基板 1 0 1 をメッキ液 1 0 6 に接液すると、微小な気泡 1 0 5 が基板 1 0 1 表面に吸着する。その後、基板 1 0 1 を高速で回転させることによって、気泡 1 0 5 を基板 1 0 1 表面より除去し、メッキ膜 1 0 7 を形成する。その結果、基板 1 0 1 上に吸着した気泡 1 0 5 を殆ど除去することが出来るため、配線中に凹型欠陥 2 0 8 やボイド 2 0 9 が形成されるのを防ぐことができ、配線間ショートが発生しにくく、高信頼性を有するメッキ膜を得ることが出来る。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名 松下電器産業株式会社